



TUGAS AKHIR - RG 141536

KAJIAN NILAI INDEKS VEGETASI UNTUK AREA MANGROVE MENGGUNAKAN SATELIT ALOS AVNIR-2 (STUDI KASUS: ESTUARI PERANCAK, BALI)

ANAK AGUNG SAGUNG RATIH PRAMESWARI
NRP 3511 100 061

Dosen Pembimbing
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Frida Sidik, Ph.D

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**STUDY OF INDEX VEGETATION VALUE FOR
MANGROVE AREA USING AN ALOS AVNIR-2
SATELLITE
(CASE OF STUDY: ESTUARY PERANCAK, BALI)**

**ANAK AGUNG SAGUNG RATIH PRAMESWARI
NRP 3511 100 061**

**Supervisors
Dr. Ing. Ir. TeguhHariyanto, M.Sc
FridaSidik, Ph.D**

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

**KAJIAN NILAI INDEKS VEGETASI UNTUK AREA
MANGROVE MENGGUNAKAN SATELIT ALOS
AVNIR-2
(STUDI KASUS: ESTUARI PERANCAK, BALI)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

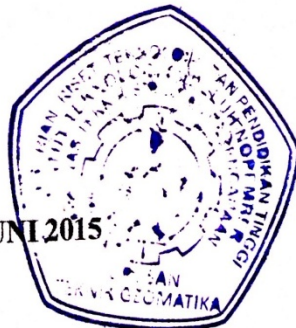
ANAK AGUNG SAGUNG RATIH PRAMESWARI
NRP. 3511 100 061

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Ing Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
2. Frida Sidik, Ph.D



SURABAYA, JUNI 2015



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

**KAJIAN NILAI INDEKS VEGETASI UNTUK AREA
MANGROVE MENGGUNAKNA SATELIT ALOS AVNIR-2
(Studi Kasus : Estuari Perancak, Bali)**

Nama Mahasiswa : AA. Sagung Ratih Prameswari
NRP : 3511100061
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Frida Sidik, Ph.D

Abstrak

Hutan mangrove di kawasan Estuari Perancak, Jembrana awalnya memiliki luas yang sangat luas. Namun seiring dengan perkembangan penduduk, dan kebutuhan masyarakat yang meningkat, mulailah pengubahan lahan hutan mangrove menjadi tambak yang mengambil hampir lebih dari 50% lahan asli mangrove. Dengan perkembangan zaman, terdapat teknologi penginderaan jauh yang dapat mengawasi persebaran mangrove alami dan yang ditanami menggunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang dapat digunakan antara lain NDVI, EVI2, dan SAVI. Dalam penelitian ini, indeks vegetasi tersebut dimasukkan dalam citra satelit ALOS AVNIR-2 untuk mengetahui rentan nilai indeks vegetasi mangrove alami dan yang ditanami di Estuari Perancak, Jembrana-Bali.

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini berada di Estuari Perancak, Jembrana, tepatnya di desa Budeng dan desa Perancak. Estuari Perancak secara geografis terletak antara 8° 22' 30" LS sampai 8° 24' 18" LS dan 114° 36' 18" BT sampai 114° 38' 31,2" BT. Metode analisa indeks vegetasi yang digunakan pada penelitian ini adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), EVI2 (*Enhanced Vegetation Index - 2*), dan SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*). Dengan menggunakan citra satelit ALOS AVNIR-2.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa citra ALOS AVNIR-2 mampu digunakan dalam menghasilkan data indeks vegetasi dengan algoritma NDVI, EVI2, dan SAVI. Indeks Vegetasi EVI2 menghasilkan keakurasian hubungan yang lebih baik dibandingkan metode NDVI dan SAVI dimana koefisien determinasinya adalah 0,001. Sedangkan yang memiliki keakurasian hubungan yang lebih baik terhadap EVI2 adalah SAVI, dimana koefisien determinannya sebesar 0,987. Total luas area mangrove di Estuari Perancak adalah 114,19 Ha, dengan pembagian mangrove alami seluas 69,04 Ha dan mangrove ditanami seluas 45,15 Ha.

Kata Kunci : Indeks Vegetasi, Mangrove, ALOS AVNIR-2

**STUDY OF INDEX VEGETATION VALUE FOR
MANGROVE AREA USING AN ALOS AVNIR-2
SATELLITE
(CASE OF STUDY: ESTUARY PERANCAK, BALI)**

Name : AA. Sagung Ratih Prameswari
NRP : 3511 100 061
Department : Geomatics Engineering
Supervisors : Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Frida Sidik, Ph.D

Abstract

Mangroves in Estuary Perancak, Jembrana initially have a very wide area. But along with the population, and the increasing needs of the community, begin the conversion of mangrove forests into farms that took almost more than 50% of the original mangrove land. With the times, there is a remote sensing technology that can monitor the distribution of natural and planted mangrove using vegetation index. Vegetation index that can be used, among others, NDVI, EVI2, and SAVI. In this study, the vegetation index included in the satellite image AVNIR ALOS-2 to determine vulnerable mangrove vegetation index value of natural and planted in Estuary Perancak, Jembrana, Bali.

This final research location is in the Estuary Perancak, Jembrana, precisely in the village of Budeng and Perancak. Estuary Perancak is geographically located between 8° 22' 30" LS to 8° 24' 18" LS and 114° 36' 18" BT to 114° 38' 31,2" BT. Vegetation index analysis method used in this study is the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI2 (Enhanced Vegetation Index - 2), and SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index). By using satellite imagery AVNIR ALOS-2.

These results indicate that AVNIR ALOS-2 can be used to generate the data of vegetation index with NDVI, EVI2, and SAVI algorithm. Vegetation Index EVI2 produce accuracy better

relationship than NDVI and SAVI method wherein the determination coefficient was 0.001. While that has accuracy better relationship towards EVI2 is SAVI, where the coefficient determinant of 0.987. The total area of mangroves in Estuarine Perancak is 114,19 hectares, with the distribution of natural mangrove area of 69,04 hectares and planted mangrove area of 45,15 hectares.

Keywords: Vegetation Index, Mangrove, AVNIR ALOS-2

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya berkat karuniaNya lah Tugas Akhir yang berjudul “KAJIAN NILAI INDEKS VEGETASI UNTUK AREA MANGROVE MENGGUNAKAN SATELIT ALOS AVNIR-2 (STUDI KASUS: Estuari Perancak, Bali)” ini dapat terselesaikan dengan baik dan tanpa halangan yang berarti.

Selama proses pembuatan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan, baik moral maupun material, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
2. Dr. Ing Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing
3. Frida Sidik, P.Hd selaku Dosen Pembimbing di BPOL Bali atas kesediaannya membimbing Tugas Akhir ini.
4. Hanggar Prasetio dan Osawa Sensei dari CRE SOS Universitas Udayana yang telah bersedia memberikan data citra ALOS.
5. Orang tua dan keluarga besar penulis, yang selalu memberikan doa serta dorongan optimis.
6. Teman-teman G-13 dan seluruh warga HIMAGE-ITS
7. Serta semua pihak yang telah mendukung yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga memohon maaf apabila terdapat kesalahan, karena sangat disadari, Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik saran sangat berarti guna bahan pembelajaran kedepannya. Akhir kata, semoga laporan ini memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Mei 2015

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
HalamanPengesahan.....	v
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
DaftarGambar	xi
DaftarTabel.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 PerumusanMasalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove.....	5
2.2 Fungsi Mangrove	9
2.3 PenginderaanJauh.....	12
2.3.1 Definisi Penginderaan Jauh	12
2.3.2 SkemaPenginderaanJauh	13
2.3.3 KoreksiGeometrik	16
2.3.4 Klasifikasi Citra.....	17
2.3.5 Indeks Vegetasi	18
2.3.6 Citra Satelit ALOS AVNIR-2.....	20
2.4 Metode Transek.....	20
2.5 Metode Perhitungan Data Vegetasi.....	21
2.5.1 IndeksNilaiPenting (INP)	21
2.6 Metode Analisa Regresi	21
2.7 Penelitian Terdahulu	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	25
3.2	Data dan Peralatan.....	26
3.2.1	Data	26
3.2.2	Peralatan	26
3.3	Metodologi Penelitian	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Data Insitu.....	31
4.1.1	Transek.....	31
4.2	Hasil Perhitungan Data Insitu	33
4.2.1	Basal Area.....	33
4.2.2	Kerapatan Pohon Per Area.....	34
4.3	Pengolahan Data Citra ALOS AVNIR-2	35
4.3.1	Koreksi Geometrik	35
4.3.2	Konversi Digital Number (DN) ke Radian.....	36
4.3.3	Konversi Radian ke Reflektan.....	37
4.3.4	Algoritma Indeks Vegetasi.....	38
4.4	Analisa Indeks Vegetasi	39
4.4.1	NDVI.....	39
4.4.2	EVI2.....	42
4.4.3	SAVI.....	46
4.5	Analisa Indeks Vegetasi	48
4.5.1	Hubungan Algoritma NDVI, EVI2, dan SAVI dengan Kerapatan	48
4.5.2	Hubungan Algoritma EVI2 dengan Savidan EVI2 dengan NDVI.....	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA.....	55
---------------------	----

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi satelit ALOS AVNIR-2	20
Tabel 4.1	Tabel Titik Sampel dan Jenis Mangrove Alami ..	32
Tabel 4.2	Tabel Titik Sampel dan Jenis Mangrove yang Ditanami	33
Tabel 4.3	Tabel Hasil Perhitungan Data Insitu Mangrove Alami	34
Tabel 4.4	Tabel Hasil Perhitungan Data Insitu Mangrove yang Ditanami.....	35
Tabel 4.5	Tabel nilai $G_{rescale}$ dan $B_{rescale}$ ALOS AVNIR-2	36
Tabel 4.6	Tabel nilai Rata-Rata Exoatmospheric Irradiance Matahari.....	37
Tabel 4.7	Tabel Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi.....	38
Tabel 4.8	Tabel Nilai NDVI Mangrove Alami	41
Tabel 4.9	Tabel Nilai NDVI Mangrove Ditanami	41
Tabel 4.10	Tabel Nilai EVI2 Mangrove Alami	44
Tabel 4.11	Tabel Nilai EVI2 Mangrove Ditanami	44
Tabel 4.12	Tabel Nilai SAVI Mangrove Alami.....	47
Tabel 4.13	Tabel Nilai SAVI Mangrove Ditanami.....	47
Tabel 4.14	Tabel Luas Mangrove Alami dan Yang Ditanami	48

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Penginderaan Jauh	13
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Diagram Alir Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisa Data	28
Gambar 4.1	Hasil <i>RMSError</i> pada citra ALOS AVNIR-2....	36
Gambar 4.2	Gambar Nilai DN Citra ALOS AVNIR-2	37
Gambar 4.3	Hasil Konversi Nilai DN ke Radian	38
Gambar 4.4	Hasil Konversi Nilai Radian ke Reflektan.....	38
Gambar 4.5	Gambar Nilai Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi	39
Gambar 4.6	Gambar Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi.....	39
Gambar 4.7	Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma NDVI.....	40
Gambar 4.8	Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma EVI-2.....	43
Gambar 4.9	Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma SAVI.....	46
Gambar 4.10	Grafik Hubungan NDVI dengan Kerapatan	49
Gambar 4.11	Grafik Hubungan EVI2 dengan Kerapatan.....	49
Gambar 4.12	Grafik Hubungan SAVI dengan Kerapatan.....	50
Gambar 4.13	Grafik Hubungan EVI2 dan SAVI	51
Gambar 4.14	Grafik Hubungan EVI2 dan NDVI.....	51

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan UU no. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan bahwa *mangrove* merupakan ekosistem hutan, dan oleh karena itu, maka pemerintah bertanggungjawab dalam pengelolaan yang berasaskan manfaat dan lestari, kerakyatan, keadilan, kebersamaan, keterbukaan dan keterpaduan. Selanjutnya dalam kaitan kondisi *mangrove* yang rusak, kepada setiap orang yang memiliki, pengelola dan atau memanfaatkan hutan kritis atau produksi, wajib melaksanakan rehabilitasi hutan untuk tujuan perlindungan konservasi. Undang-Undang tersebut dibuat oleh pemerintah dalam rangka menjaga kelestarian hutan *mangrove* di Indonesia. Namun seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, mengakibatkan meningkatnya pula pembangunan infrastruktur umum di sekitar wilayah pesisir.

Hutan *mangrove* di Bali tersebar di beberapa lokasi dengan luas sekitar 3.067,71 ha. Hutan *mangrove* terbesar terdapat pada tiga lokasi, yaitu Tahura atau Taman Hutan Raya Ngurah Rai dengan luas 1.373,5 ha, Nusa Lembongan dengan luas 202 ha, dan lokasi ketiga terletak di Taman Nasional Bali Barat dengan luas 602 ha. Hutan *mangrove* di kawasan Estuari Perancak dengan luas 177,09 ha merupakan sisa luas hutan setelah di konversi menjadi areal pertambakan sekitar tahun 1980 (Balai Riset dan Observasi Kelautan, 2004). Lebih dari 390 ha merupakan lahan tambak, baik yang masih produktif maupun yang sudah tidak produktif, serta 178,6 ha merupakan ekosistem *mangrove* (BROK, 2009).

Penggunaan data satelit penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk pemantauan keadaan vegetasi di bumi. Salah satu teknologi penginderaan jauh tersebut adalah satelit ALOS AVNIR-2. Citra ini memiliki resolusi spasial 10 m dan resolusi spectral sebanyak 4 band. Indeks vegetasi merupakan algoritma yang diterapkan dalam citra satelit untuk menonjolkan aspek

vegetasi. Metode analisa indeks vegetasi ada beberapa macam antara lain NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), EVI-2 (*Enhanced Vegetation Index - 2*), dan SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji nilai indeks vegetasi dengan menggunakan satelit ALOS AVNIR-2. Dan hasil klasifikasi nilai spektral dari vegetasi tersebut dapat digunakan untuk pembuatan peta vegetasi *mangrove* alami dan yang ditanami untuk memberi informasi mengenai nilai indeks vegetasi hutan mangrove Estuari Perancak.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil analisa perbandingan nilai indeks vegetasi untuk *mangrove* alami dan yang ditanami menggunakan citra satelit ALOS-AVNIR-2.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dari penelitian ini adalah:

- Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Estuari Perancak, Bali
- Data primer yang digunakan adalah citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2011
- Metode analisa indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI, EVI, dan SAVI

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah memberikan informasi tentang:

- a. Mengetahui kemampuan citra ALOS AVNIR-2 dalam mendeteksi vegetasi
- b. Membandingkan algoritma untuk vegetasi *mangrove*
- c. Menguji hasil algoritma dengan data lapangan

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pola hidup mangrove untuk menjaga ekosistem pesisir pantai agar wilayah daratannya tidak semakin berkurang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem *Mangrove*

Ekosistem adalah tatanan dari satuan unsur-unsur lingkungan hidup dan kehidupan (biotik maupun abiotik) secara utuh dan menyeluruh, yang saling mempengaruhi dan saling tergantung satu dengan yang lainnya. Ekosistem mengandung keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas dengan lingkungannya yang berfungsi sebagai suatu satuan interaksi kehidupan dalam alam (Departemen Kehutanan, 1997)

Hutan *mangrove* adalah hutan yang terdapat di daerah pantai yang selalu atau secara teratur tergenang air laut dan terpengaruh oleh pasang surut air laut tetapi tidak terpengaruh oleh iklim. Sedangkan daerah pantai adalah daratan yang terletak di bagian hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berbatasan dengan laut dan masih dipengaruhi oleh pasang surut, dengan kelerengan kurang dari 8% (Departemen Kehutanan, 1994 dalam Santoso, 2000).

Kata *mangrove* mempunyai dua arti, pertama sebagai komunitas, yaitu komunitas atau masyarakat tumbuhan atau hutan yang tahan terhadap kadar garam/salinitas (pasang surut air laut); dan kedua sebagai individu spesies (Macnae, 1968 dalam Supriharyono, 2000). Supaya tidak rancu, Macnae menggunakan istilah “mangal” apabila berkaitan dengan komunitas hutan dan “*mangrove*” untuk individu tumbuhan. Hutan *mangrove* oleh masyarakat sering disebut pula dengan hutan bakau atau hutan payau. Namun menurut Khazali (1998), penyebutan *mangrove* sebagai bakau nampaknya kurang tepat karena bakau merupakan salah satu nama kelompok jenis tumbuhan yang ada di *mangrove*.

Ekosistem *mangrove* adalah suatu sistem di alam tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan diantara makhluk hidup itu sendiri, terdapat pada wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut, dan didominasi oleh spesies

pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin/payau (Santoso, 2000). Dalam suatu paparan *mangrove* di suatu daerah tidak harus terdapat semua jenis spesies *mangrove* (Hutchings and Saenger, 1987 dalam Idawaty, 1999). Formasi hutan *mangrove* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kekeringan, energi gelombang, kondisi pasang surut, sedimentasi, mineralogi, efek neotektonik (Jenning and Bird, 1967 dalam Idawaty, 1999).

Komposisi spesies dan karakteristik hutan *mangrove* tergantung pada faktor-faktor cuaca, bentuk lahan pesisir, jarak antar pasang surut air laut, ketersediaan air tawar, dan tipe tanah. (IUCN, 1993). Luas hutan bakau Indonesia berkisar antara 2,5 hingga 4,5 juta hektar, merupakan *mangrove* yang terluas di dunia. Melebihi Brazil (1,3 juta ha), Nigeria (1,1 juta ha) dan Australia (0,97 juta ha) (Spalding dkk. 1997 dalam Noor dkk. 1999). Areal hutan-hutan *mangrove* yang luas di Indonesia terutama terdapat di seputar Dangkalan Sunda yang relatif tenang dan merupakan tempat bermuara sungai-sungai besar, yakni di pantai timur Sumatra, dan pantai barat serta selatan Kalimantan. Hutan-hutan bakau di pantai utara Jawa telah banyak yang rusak atau hilang akibat ditebangi penduduk, dijadikan tambak, peremukim dan lain-lain. Di wilayah Dangkalan Sahul di bagian timur Indonesia, hutan-hutan *mangrove* yang masih baik terdapat di pantai barat daya Papua, terutama di sekitar Teluk Bintuni. *Mangrove* di Papua mencapai luas 1,3 juta ha, sekitar sepertiga dari luas hutan bakau Indonesia. (Noor dkk. 1999).

Dari sekian banyak jenis *mangrove* di Indonesia, jenis *mangrove* yang banyak ditemukan antara lain adalah jenis api-api (*Avicennia* sp), bakau (*Rhizophora* sp), tancang (*Bruguiera* sp), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp), merupakan tumbuhan *mangrove* utama yang banyak dijumpai. Jenis-jenis *mangrove* tersebut adalah kelompok *mangrove* yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya. Keanekaragaman jenis ekosistem *mangrove* di Indonesia cukup tinggi jika

dibandingkan dengan negara lain di dunia. Jumlah jenis *mangrove* di Indonesia mencapai 89 yang terdiri dari 35 jenis pohon, 5 jenis terna, 9 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit, dan 2 jenis parasit (Nontji, 1987). Dari 35 jenis pohon tersebut, yang umum dijumpai di pesisir pantai adalah *Avicennia sp*, *Sonneratia sp*, *Rizophora sp*, *Bruguiera sp*, *Xylocarpus sp*, *Ceriops sp*, dan *Excoecaria sp*.

Tumbuhan *mangrove* mempunyai daya adaptasi yang khas terhadap lingkungan. Bengen (2001), menguraikan adaptasi tersebut dalam bentuk :

- a. Adaptasi terhadap kadar oksigen rendah, menyebabkan *mangrove* memiliki bentuk perakaran yang khas : (1) bertipe cakar ayam yang mempunyai pneumatofora (misalnya : *Avicennia spp.*, *Xylocarpus.*, dan *Sonneratia spp.*) untuk mengambil oksigen dari udara; dan (2) bertipe penyangga/tongkat yang mempunyai lentisel (misalnya *Rhizophora spp.*).
- b. Adaptasi terhadap kadar garam yang tinggi :
 - i. Memiliki sel-sel khusus dalam daun yang berfungsi untuk menyimpan garam.
 - ii. Berdaun kuat dan tebal yang banyak mengandung air untuk mengatur keseimbangan garam.
 - iii. Daunnya memiliki struktur stomata khusus untuk mengurangi penguapan.
- c. Adaptasi terhadap tanah yang kurang subur dan adanya pasang surut, dengan cara mengembangkan struktur akar yang sangat ekstensif dan membentuk jaringan horisontal yang lebar. Di samping untuk memperkokoh pohon, akar tersebut juga berfungsi untuk mengambil unsur hara dan menahan sedimen.

Penyebaran dan zonasi hutan *mangrove* tergantung oleh berbagai faktor lingkungan (Bengen 2001). Berikut salah satu tipe zonasi hutan mangrove di Indonesia :

- a. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia spp.* Pada

zona ini biasa berasosiasi *Sonneratia* spp. yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.

- b. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* spp. Di zona ini juga dijumpai *Bruguiera* spp. dan *Xylocarpus* spp.
- c. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera* spp.
- d. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans*, dan beberapa spesies palem lainnya.

Menurut Bengen dan Dutton (2004) dalam Northcote dan Hartman (2004) zonasi *mangrove* dipengaruhi oleh salinitas, toleransi terhadap ombak dan angin, toleransi terhadap lumpur (keadaan tanah), frekuensi tergenang oleh air laut. Zonasi yang menggambarkan tahapan suksesi yang sejalan dengan perubahan tempat tumbuh. Perubahan tempat tumbuh sangat bersifat dinamis yang disebabkan oleh laju pengendapan atau pengikisan. Daya adaptasi tiap jenis akan menentukan komposisi jenis tiap zonasi.

Menurut Kusmana, 1995 dalam Widasmara, 2002 faktor rusaknya *mangrove* di Indonesia umumnya lebih disebabkan oleh gangguan anthropogenik (manusia) ini terjadi karena adanya reklamasi mangrove untuk pemukiman, industry, pertanian, pertambangan, jalan, angkutan, penggunaan lahan non kehutanan, penebangan pohon yang tidak memperhatikan azas kelestarian hutan, invasi *Acrosticum aureum* (piay/wrakas) dan jenis semak belukar lainnya. Berkurangnya lahan *mangrove* di Estuari Perancak disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- a. Kegiatan pembangunan di kawasan hutan *mangrove* Perancak Bali
- b. Kondisi hutan *mangrove* yang dikonversi menjadi bentuk lahan penggunaan lain seperti pemukiman, pertanian, industri, dan petambangan.
- c. Kegiatan eksploitasi yang tak terkendali, penebangan liar dan bentuk perambahan hutan lainnya.
- d. Polusi di perairan estuaria, pantai dan lokasi-lokasi perairan lainnya, yang merupakan tempat tumbuh

mangrove.

2.2 Fungsi Mangrove

Mangrove merupakan contoh ekosistem yang banyak ditemui di sepanjang pantai tropis dan estuari. Ekosistem ini memiliki fungsi sebagai penyaring bahan nutrisi dan penghasil bahan organik, serta berfungsi sebagai daerah penyangga antara daratan dan lautan. Bengen (2004) menyatakan bahwa hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat, antara lain:

- a. Sebagai peredam gelombang dan angin badai
- b. Pelindung dari abrasi, penahan lumpur dan perangkap sedimen
- c. Penghasil sejumlah besar detritus dari daun dan pohon *mangrove*
- d. Daerah asuhan (nursery grounds), daerah mencari makan (feeding grounds) dan daerah pemijahan (spawning grounds) berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya
- e. Penghasil kayu untuk bahan konstruksi, kayu bakar, bahan baku arang, dan bahan baku kertas (pulp) pemasok larva ikan, udang, dan biota laut lainnya
- f. Sebagai tempat pariwisata.

Menurut Davis, Claridge dan Natarina (1995), hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat sebagai berikut :

- a. Habitat satwa langka
Hutan bakau sering menjadi habitat jenis-jenis satwa. Lebih dari 100 jenis burung hidup disini, dan daratan lumpur yang luas berbatasan dengan hutan bakau merupakan tempat mendaratnya ribuan burung pantai ringan migran, termasuk jenis burung langka Blekok Asia (*Limnodromus semipalmatus*)
- b. Pelindung terhadap bencana alam
Vegetasi hutan bakau dapat melindungi bangunan, tanaman pertanian atau vegetasi alami dari kerusakan

akibat badai atau angin yang bermuatan garam melalui proses filtrasi.

c. Pengendapan lumpur

Sifat fisik tanaman pada hutan bakau membantu proses pengendapan lumpur. Pengendapan lumpur berhubungan erat dengan penghilangan racun dan unsur hara air, karena bahan-bahan tersebut seringkali terikat pada partikel lumpur. Dengan hutan bakau, kualitas air laut terjaga dari endapan lumpur erosi.

d. Penambah unsur hara

Sifat fisik hutan bakau cenderung memperlambat aliran air dan terjadi pengendapan. Seiring dengan proses pengendapan ini terjadi unsur hara yang berasal dari berbagai sumber, termasuk pencucian dari areal pertanian.

e. Penambat racun

Banyak racun yang memasuki ekosistem perairan dalam keadaan terikat pada permukaan lumpur atau terdapat di antara kisi-kisi molekul partikel tanah air. Beberapa spesies tertentu dalam hutan bakau bahkan membantu proses penambatan racun secara aktif

f. Sumber alam dalam kawasan (*In-Situ*) dan luar Kawasan (*Ex-Situ*)

Hasil alam *in-situ* mencakup semua fauna dan hasil pertambangan atau mineral yang dapat dimanfaatkan secara langsung di dalam kawasan. Sedangkan sumber alam *ex-situ* meliputi produk-produk alamiah di hutan mangrove dan terangkut/berpindah ke tempat lain yang kemudian digunakan oleh masyarakat di daerah tersebut, menjadi sumber makanan bagi organisme lain atau menyediakan fungsi lain seperti menambah luas pantai karena pemindahan pasir dan lumpur.

g. Transportasi

Pada beberapa hutan *mangrove*, transportasi melalui air

merupakan cara yang paling efisien dan paling sesuai dengan lingkungan.

h. Sumber plasma nutfah

Plasma nutfah dari kehidupan liar sangat besar manfaatnya baik bagi perbaikan jenis-jenis satwa komersial maupun untuk memelihara populasi kehidupan liar itu sendiri.

i. Rekreasi dan pariwisata

Hutan bakau memiliki nilai estetika, baik dari faktor alamnya maupun dari kehidupan yang ada di dalamnya. Hutan *mangrove* yang telah dikembangkan menjadi obyek wisata alam antara lain di Sinjai (Sulawesi Selatan), Muara Angke (DKI), Suwung, Denpasar (Bali), Blanakan dan Cikeong (Jawa Barat), dan Cilacap (Jawa Tengah). Hutan *mangrove* memberikan obyek wisata yang berbeda dengan obyek wisata alam lainnya. Karakteristik hutannya yang berada di peralihan antara darat dan laut memiliki keunikan dalam beberapa hal. Para wisatawan juga memperoleh pelajaran tentang lingkungan langsung dari alam. Pantai Padang, Sumatera Barat yang memiliki areal *mangrove* seluas 43,80 ha dalam kawasan hutan, memiliki peluang untuk dijadikan areal wisata *mangrove*.

Kegiatan wisata ini di samping memberikan pendapatan langsung bagi pengelola melalui penjualan tiket masuk dan parkir, juga mampu menumbuhkan perekonomian masyarakat di sekitarnya dengan menyediakan lapangan kerja dan kesempatan berusaha, seperti membuka warung makan, menyewakan perahu, dan menjadi pemandu wisata.

j. Sarana pendidikan dan penelitian

Upaya pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan laboratorium lapang yang baik untuk kegiatan penelitian dan pendidikan.

k. Memelihara proses-proses dan sistem alami

Hutan bakau sangat tinggi peranannya dalam mendukung berlangsungnya proses-proses ekologi, geomorfologi, atau geologi di dalamnya.

- l. Penyerapan karbon
Proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO_2) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Pada sebagian besar ekosistem, bahan ini membusuk dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai (CO_2). Akan tetapi hutan bakau justru mengandung sejumlah besar bahan organik yang tidak membusuk. Karena itu, hutan bakau lebih berfungsi sebagai penyerap karbon dibandingkan dengan sumber karbon.
- m. Memelihara iklim mikro
Evapotranspirasi hutan bakau mampu menjaga kelembaban dan curah hujan kawasan tersebut, sehingga keseimbangan iklim mikro terjaga.
- n. Mencegah berkembangnya tanah sulfat masam
Keberadaan hutan bakau dapat mencegah teroksidasinya lapisan pirit dan menghalangi berkembangnya kondisi alam.

2.3 Penginderaan Jauh

2.3.1 Definisi Penginderaan Jauh

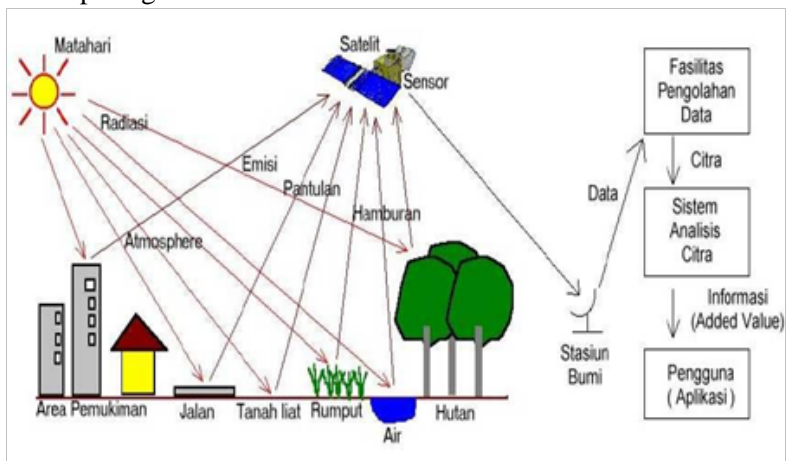
Penginderaan jauh didefinisikan sebagai proses perolehan informasi tentang suatu obyek tanpa adanya kontak fisik secara langsung dengan obyek tersebut (Rees, 2001; Elachi, 2006). Informasi diperoleh dengan cara deteksi dan pengukuran berbagai perubahan yang terdapat pada lahan dimana obyek berada. Proses tersebut dilakukan dengan cara perabaan atau perekaman energi yang dipantulkan atau dipancarkan, memproses, menganalisa dan menerapkan informasi tersebut. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan bumi, yang secara detil didapatkan dari variasi-

variasi spasial, spektral dan temporal lahan tersebut (Landgrebe, 2003).

Sedangkan menurut Lillesand and Kiefer (1993), Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji.

2.3.2 Skema Penginderaan Jauh

Menurut Sutanto (1994), ada empat komponen penting dalam sistem penginderaan jauh, yaitu Matahari sebagai sumber energy berupa radiasi elektromagnetik, Atmosfer sebagai media lintas dari energy elektromagnetik, Sensor sebagai alat yang mendeteksi radiasi gelombang elektromagnetik dari suatu objek dan mengubahnya kedalam bentuk sinyal yang bias direkan, dan Target sebagai objek atau fenomena yang dideteksi oleh sensor. Lebih detail seperti gambar berikut:



Gambar 2.1 Skema Penginderaan Jauh

Sumber: Sutanto, 1994

Matahari merupakan sumber tenaga alamiah yang utama. Tenaga matahari dipancarkan ke segala arah, sebagian

mengarah ke bumi. Tenaga yang mengarah ke bumi sebagian ditahan oleh atmosfer serta kandungannya, sebagian lagi mencapai permukaan bumi dan mengenai objek. Oleh objek di permukaan bumi, sebagian tenaga ini diserap, ditransmisikan (menembus objek), dan dipantulkan ke sensor. Tenaga yang dipantulkan disebut tenaga pantulan, di samping tenaga pantulan ada tenaga pancaran, yaitu tenaga yang dipancarkan oleh objek di permukaan bumi. Tenaga yang dipancarkan pada umumnya dalam bentuk tenaga termal. Tenaga termal yang dipancarkan bukan berupa suhu kinetik melainkan suhu pancaran atau radiasi. Berbeda dengan suhu kinetik yang hanya dapat diindera dengan kulit maupun termometer yang ditempelkan langsung pada bendanya, suhu pancaran dapat direkam oleh sensor dari jarak jauh. Sistem penginderaan jauh.

Tenaga panas yang dipancarkan dari obyek dapat direkam dengan sensor yang dipasang jauh dari obyeknya. Penginderaan obyek tersebut menggunakan spektrum inframerah termal (Paine, 1981 dalam Sutanto, 1994). Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Tenaga yang dimaksud berupa spektrum elektromagnetik yang meliputi spectra kosmis, gamma, sinar X, ultra violet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro serta gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik.

Terdapat dua sistem tenaga pada wahana penginderaan jauh, yaitu :

a. Sistem Aktif

Pada wahana yang menggunakan sistem aktif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor RADAR (*Radio Detecting and Ranging*) yang terintegrasi pada wahana tersebut.

Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, dan ADEOS.

b. Sistem *Pasif*

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Aster, Landsat, SPOT, NOAA, MODIS.

Sensor adalah alat perekam objek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan letaknya jauh dari objek yang diindera, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengindera objek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap objek dinamakan resolusi spasial.

Resolusi citra satelit merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam objek. Resolusi satelit sendiri menurut Purwadhi (2001), terbagi menjadi lima, yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor satelit adalah :

a. Resolusi Spasial

Yaitu ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, semakin baik resolusi spasialnya.

b. Resolusi Spektral

Yaitu kemampuan sistem pencitraan atau sensor optik elektronik satelit untuk membedakan informasi atau daya pisah objek berdasarkan besarnya pantulan atau pancaran spectral spectrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data. Semakin banyak kanal atau band spektral suatu sensor, semakin baik resolusi spektralnya.

- c. **Resolusi Radiometrik**
Yaitu kemampuan system sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal untuk mengubah intensitas pantulan atau pancaran menjadi angka digital (*digital number*). Semakin kecil nilai *digital number* suatu objek, semakin tinggi radiometriknya.
- d. **Resolusi Termal**
Yaitu keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal atau perbedaan suhu yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh secara termal.
- e. **Resolusi Temporal**
Yaitu kemampuan sensor untuk merekam ulang objek yang sama. Semakin cepat suatu sensor merekam ulang objek yang sama, semakin baik resolusi temporalnya.

2.3.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya. Posisi geografis citra pada saat pengambilan data dapat menimbulkan distorsi karena perubahan posisi dan juga ketinggian sensor. Dalam akuisisi citra satelit, distorsi ini akan bertambah seiring dengan perbedaan waktu pembuatan peta dan akuisisi citra serta kualitas dari peta dasar yang kurang baik. Akibat dari kesalahan geometrik ini, maka posisi piksel dari citra satelit tersebut tidak sesuai dengan posisi yang sebenarnya. Untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang terjadi, Mather (2004) mengelompokkan koreksi geometrik menjadi dua kategori, yakni model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik kontrol di lapangan (*ground control point*, GCP).

Transformasi *ground control point*, GCP merupakan proses koreksi geometrik citra dengan cara membandingkan posisi yang berada pada citra, dengan posisi yang ada di lapangan/ peta yang

sudah tersedia sebelumnya. *Ground control point*, GCP adalah suatu lokasi pada permukaan bumi yang dapat diidentifikasi pada citra dan sekaligus dikenali posisinya pada peta (Jensen, 2005).

2.3.4 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra menurut Lillesand dan Kiefer (1990), dibagi ke dalam dua klasifikasi yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*).Pemilihannya bergantung pada ketersediaan data awal pada citra itu. Proses pengklasifikasian klasifikasi terbimbing dilakukan dengan prosedur pengenalan pola spektral dengan memilih kelompok atau kelas-kelas informasi yang diinginkan dan selanjutnya memilih contoh-contoh kelas (*training area*) yang mewakili setiap kelompok, kemudian dilakukan perhitungan statistik terhadap contoh-contoh kelas yang digunakan sebagai dasar klasifikasi.

a. Metode Klasifikasi Terbimbing (*Supervised*)

Pada metode *supervised* ini, analis terlebih dulu menetapkan beberapa training area (daerah contoh) pada citra sebagai kelas lahan tertentu. Penetapan ini berdasarkan pengetahuan analis terhadap wilayah dalam citra mengenai daerah-daerah tutupan lahan. Nilai-nilai piksel dalam daerah contoh kemudian digunakan oleh komputer sebagai kunci untuk mengenali piksel lain. Daerah yang memiliki nilai-nilai piksel sejenis akan dimasukkan kedalam kelas lahan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jadi dalam metode *supervised* ini analis mengidentifikasi kelas informasi terlebih dulu yang kemudian digunakan untuk menentukan kelas spectral yang mewakili kelas informasi tersebut. (Indriasari, 2009)

b. Metode Klasifikasi Tak Terbimbing (*Unsupervised*)

Cara kerja metode *unsupervised* ini merupakan kebalikkan dari metode *supervised*, dimana nilai-nilai piksel dikelompokkan terlebih dahulu oleh komputer kedalam kelas-kelas spektral menggunakan algoritma klusterisasi (Indriasari, 2009). Dalam metode ini, diawal proses

biasanya analisis akan menentukan jumlah kelas (*cluster*) yang akan dibuat. Kemudian setelah mendapatkan hasil, analisis menetapkan kelas-kelas lahan terhadap kelas-kelas spektral yang telah dikelompokkan oleh komputer. Dari kelas-kelas (*cluster*) yang dihasilkan, analisis bisa menggabungkan beberapa kelas yang dianggap memiliki informasi yang sama menjadi satu kelas. Misal *class 1*, *class 2* dan *class 3* masing-masing adalah sawah, perkebunan dan hutan maka analisis bisa mengelompokkan kelas-kelas tersebut menjadi satu kelas, yaitu kelas vegetasi. Jadi pada metode *unsupervised* tidak sepenuhnya tanpa campur tangan manusia. Beberapa algoritma yang bisa digunakan untuk menyelesaikan metode *unsupervised* ini diantaranya adalah K-Means dan ISODATA.

2.3.5 Indeks Vegetasi

Algoritma yang sering digunakan dalam analisis penutup lahan vegetasi adalah dengan menggunakan indeks vegetasi. Indeks Vegetasi adalah pengukuran optis tingkat kehijauan (*greenness*) kanopi vegetasi, sifat komposit dari klorofil daun, luas daun, struktur dan tutupan kanopi vegetasi (Huete, 2011). Indeks vegetasi telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian tentang vegetasi skala global. Indeks Vegetasi dapat secara efektif digunakan untuk pemetaan kekeringan, pengurangan (desertifikasi) dan penggundulan hutan (Horning, 2010).

Berdasarkan keadaan tersebut maka dapat dibentuk model-model algoritma yang dapat menghasilkan nilai untuk menduga kehijauan vegetasi. Nilai inilah yang disebut dengan indeks vegetasi. Adapun beberapa formula indeks vegetasi yang digunakan untuk memantau vegetasi, antara lain :

a. **NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)**

Algoritma NDVI banyak digunakan untuk berbagai aplikasi terkait vegetasi. NDVI memiliki efektivitas untuk memprediksi sifat permukaan ketika kanopi vegetasi tidak terlalu rapat dan tidak terlalu jarang

(Liang, 2004). Algoritma NDVI (Landgrebe, 2003) diuraikan sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

Rumus diatas merupakan algoritma NDVI. Dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), nilai spektral saluran *Near Infrared* (NIR), dan nilai spektral saluran *Red* (RED).

b. EVI-2 (*Enhanced Vegetation Index - 2*)

EVI2 merupakan salah satu indeks yang dapat digunakan sebagai pengganti yang tepat dari EVI untuk pengamatan yang baik. Adapun algoritma persamaan EVI ini adalah sebagai berikut:

$$EVI2 = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + 2,4 \times \rho_{Red} + 1} \quad (2)$$

Rumus diatas merupakan algoritma EVI-2. Dengan *Enhanced Vegetation Index-2* (EVI2), *Gain Factor* = 2,5 (*G*), Reflektan gelombang infra merah dekat (ρ_{NIR}), Reflektan gelombang merah (ρ_{Red}).

c. SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*)

Merupakan suatu algoritma yang dikembangkan untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi dengan menghilangkan faktor tanah. Adapun algoritma SAVI ini adalah sebagai berikut:

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR-RED)}{NIR+RED+L} \quad (3)$$

Rumus diatas merupakan algoritma SAVI. Dengan *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), nilai reflektan *band* spektral infra merah dekat (NIR), nilai reflektan *band* spektral merah (RED), dan factor kalibrasi tanah sebesar 0.5 (*L*)

2.3.6 Citra Satelit ALOS AVNIR-2

ALOS AVNIR-2 (*Advance Land Observing Satellite Advance Visible and Near Infrared Radiometer type 2*) merupakan citra yang digunakan untuk mengobservasi daratan dan pantai khususnya untuk menghasilkan peta tutupan lahan dan peta penggunaan lahan dalam memonitoring perubahan lingkungan (JAXA,2007). Berikut tabel spesifikasi teknis satelit ALOS AVNIR-2.

Tabel 2.1 Spesifikasi satelit ALOS AVNIR-2

Sumber: ALOS *handbook*, 2008

Resolusi Spasial	10 meter
Resolusi Spektral	4 band: c. Band Biru (0.42-0.50 μm) d. Band Hijau (0.52-0.60 μm) e. Band Merah (0.61-0.69 μm) f. Band Inframerah Dekat (0.76-0.89 μm)
Ketinggian Orbit	692 km pada orbit <i>Sun-synchronous</i>
Lebar Sapuan	70 km (Nadir)

2.4 Metode Transek

Metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kondisi mangrove adalah dengan menggunakan Metode transek garis. Metode transek garis adalah metode pencuplikan contoh populasi suatu ekosistem dengan pendekatan petak contoh yang berada pada garis yang ditarik melewati wilayah ekosistem tersebut. Metode pengukuran ini merupakan salah satu metode pengukuran yang paling mudah dilakukan, namun memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang akurat.

2.5 Metode Perhitungan Data Vegetasi

Rumus-rumus untuk analisa data adalah sebagai berikut:

2.5.1 Indeks Nilai Penting (INP)

- Untuk semai dan pancang

$$INP = \text{Kerapatan relatif} + \text{Frekuensi Relatif} \quad (4)$$

- Untuk pohon

$$INP = \text{Kerapatan relatif} + \text{Frekuensi Relatif} + \text{Dominasi Relatif} \quad (5)$$

Dimana:

$$\text{Kerapatan (batang/ha)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak}} \quad (6)$$

$$\text{KerapatanRelatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah petak terisi suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak}} \quad (8)$$

$$\text{FrekuensiRelatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh jenis}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\text{Dominansi} \left(\frac{m^2}{ha} \right) = \frac{\text{Luas bidang dasar area suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak}} \times 100\%$$

(10)

$$\text{DominansiRelatif} = \frac{\text{Dominansisuaujenis}}{\text{Dominansiseluru hjenis}} \times 100\% \quad (11)$$

2.6 Metode Analisa Regresi

Analisa regresi linier digunakan untuk menganalisa bentuk hubungan antara dua variabel atau lebih. Dalam analisa regresiliniar, telah diketahui variabel yang variasinya dipengaruhi (variabel tak bebas) dan variabel yang mempengaruhi (variabel

bebas) (Prajitno, D 1981). Hubungan antar variabel tersebut digambarkan dalam garis atau kurva. Garis atau kurva tersebut harus garis yang dibuat sedemikian rupa sehingga total error yang mungkin timbul dapat ditekan sekecil mungkin. Oleh karena itu digunakan metode jumlah kuadrat terkecil untuk meminimalkan jumlah kuadrat dari error. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + e \quad (12)$$

Rumus diatas merupakan metode jumlah kuadrat terkecil. Dengan parameter dari persamaan garis regresi yang merupakan suatu bilangan tetap yang akan diduga besarnya (β_0 dan β_1), variabel tak bebas (Y), variabel bebas (X), error (e).

: Analisa korelasi digunakan untuk mengukur eratnya hubungan antar variabel. Berikut ini adalah rumus untuk mencari koefisien korelasi yang dikemukakan oleh Pearson dalam Arikunto (2010).

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (13)$$

Rumus diatas merupakan koefisien korelasi. Dengan Korelasi antar variable (r_{xy}), variabel tak bebas (Y), variabel bebas (X), Jumlah pengamatan (n).

Besar r_{xy} berkisar antara $-1 \leq r_{xy} \leq 1$. Sedangkan arti harga r_{xy} positif akan dikonsultasikan dengan tabel interpretasi koefisien korelasi sebagai berikut.

2.7 Penelitian Terdahulu

Kustandyo H (2013) yang melakukan penelitian tentang sebaran dan luasan vegetasi hutan mangrove, dan menentukan tingkat kerapatan dan kesehatan vegetasi mangrove menggunakan indeks vegetasi NDVI dan EVI dari citra Landsat dan SPOT di daerah Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah Algoritma indeks vegetasi yang digunakan adalah perbandingan nilai NDVI dan

EVI. Untuk pembagian kelas kerapatan mangrove dibagi menjadi tiga kelas yaitu Mangrove Jarang, Mangrove Sedang, dan Mangrove Rapat.

Saefurrahman G (2008) melakukan penelitian mengenai distribusi, kerapatan dan perubahan luas vegetasi mangrove gugus pulau Pari Kepulauan Seribu menggunakan citra satelit FORMOSAT-2 dan LANDSAT 7/ETM+. Penelitian ini menunjukkan bahwa citra satelit FORMOSAT - 2 bisa digunakan dalam analisa nilai indeks vegetasi dengan menggunakan algoritma NDVI untuk mendeteksi tingkat kerapatan mangrove.

Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan kali ini adalah dengan menggunakan data ALOS AVNIR-2 dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI, EVI-2, dan MSAVI untuk mengetahui persebaran mangrove alami dan yang ditanami di Estuari Perancak, Bali.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di dua Kecamatan yaitu Kecamatan Negara dan Kecamatan Jembrana, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. Kecamatan Negara terdiri dari 4 Kelurahan dan 8 Desa sedangkan Kecamatan Jembrana terdiri dari 4 Kelurahan dan 6 Desa. Batasan wilayah penelitian ini hanya terbatas pada empat desa, yaitu Desa Budeng dan Desa Perancak, Desa Yeh Kuning, Desa Loloan Timur, dan Desa Pengambangan. Luas total Kecamatan Jembrana adalah 9.397 ha (BPS Jembrana, 2007). Estuari Perancak secara geografis terletak antara $8^{\circ} 22' 30''$ LS sampai $8^{\circ} 24' 18''$ LS dan $114^{\circ} 36' 18''$ BT sampai $114^{\circ} 38' 31,2''$ BT.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: Dinas Kehutanan Bali, 2010 (atas) dan Citra ALOS
AVNIR-2 (bawah)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

- Data Citra Satelit ALOS AVNIR-2 Tahun 2011
- Data Peta RBI 1:25.000 kawasan Estuari Perancak
- Data insitu pengklasifikasian mangrove alami dan ditanami
- Koordinat sample dari lapangan untuk uji ketelitian klasifikasi citra

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Perangkat Keras

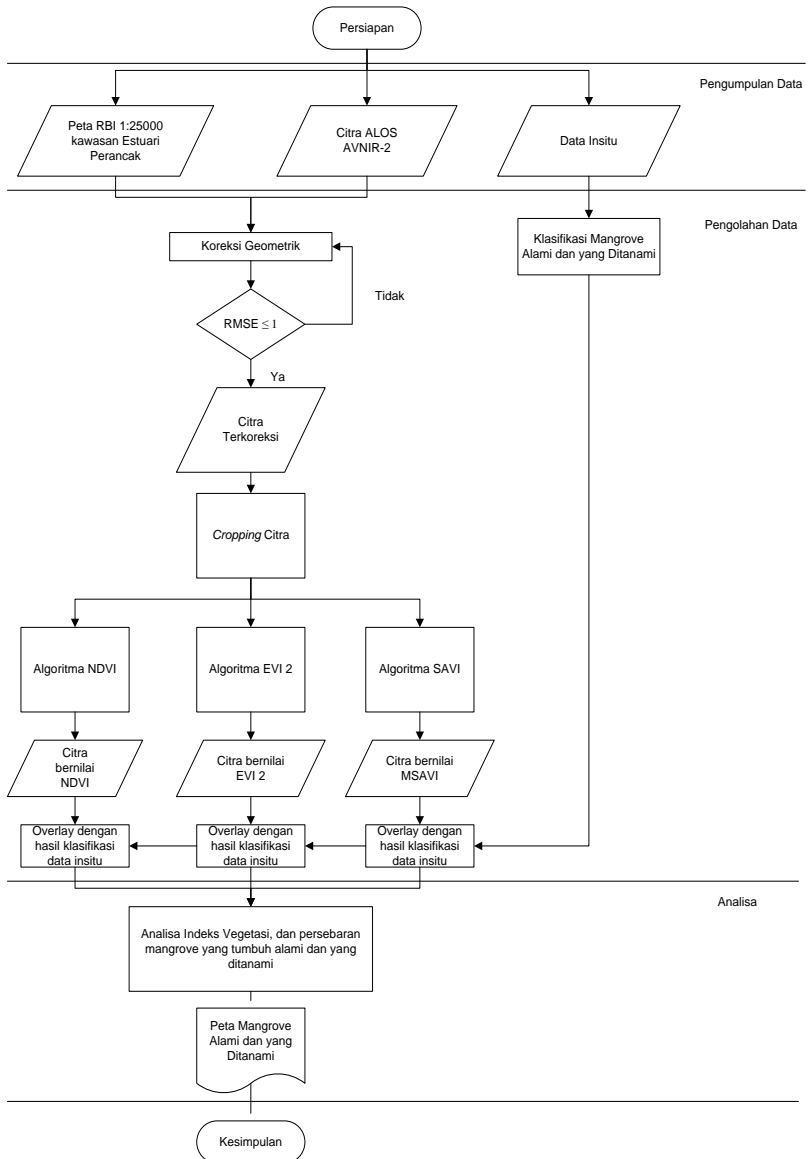
- GPS handheld untuk pengambilan koordinat lapangan
- Kamera digital
- Meteran

b. Perangkat Lunak

- Perangkat lunak pengolah citra. Perangkat lunak ini digunakan untuk koreksi geometrik citra dan pemotongan citra
- Perangkat lunak pengolah citra. Perangkat lunak ini digunakan untuk penghitungan indeks vegetasi pada citra
- ArcGIS 10 Perangkat lunak ini untuk membuat peta hasil akhirnya.
- Microsoft Office 2007. Perangkat lunak ini digunakan untuk penulisan laporan, rekapitulasi data, pembuatan diagram, grafik, dan slide presentasi

3.3 Metodologi Penelitian

Kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis hasil. Secara ringkas, kegiatan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisa Data

1. Persiapan

Tahap persiapan penelitian ini meliputi:

- Kajian pustaka terhadap buku-buku referensi yang berkaitan dengan topic penelitian
- Persiapan alat dan data yang dibutuhkan dalam penelitian

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Citra ALOS AVNIR-2 wilayah Estuari Perancak, Bali
- Peta RBI skala 1:25000 Perancak, Bali
- Data hasil pengukuran langsung di lapangan

3. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini adalah:

- Koreksi Geometrik
Proses koreksi geometrik dilakukan pada kedua citra untuk mendapatkan sistem koordinat dan proyeksi yang sama. Proses yang dilakukan adalah proses rektifikasi yang merupakan koreksi geometric antara citra dengan peta RBI. Koreksi geometrik yang bersifat random diselesaikan dengan analisa titik kontrol tanah (*ground control point*) melalui fungsi transformasi yang menghubungkan antara sistem koordinat tanah dan citra. Menggunakan perhitungan RMS (Root Mean Square), dengan ketentuan RMS harus kurang dari 1 ($RMSE \leq 1$). Apabila RMS masih lebih besar dari 1, maka perlu dilakukan koreksi geometrik lagi.
- *Cropping* Citra
Pada tahapan ini dilakukan pemotongan citra yang sesuai dengan lokasi penelitian dan tujuan interpretasi. Pemotongan dilakukan dengan *software opensource*

- Klasifikasi Terbimbing
Lakukan klasifikasi terbimbing dengan menggambarkan *training area* untuk mangrove alami dan yang ditanami yang harus dipisahkan pada klasifikasi dan menggunakan karakteristik spectral masing-masing area untuk klasifikasi citra.
- Algoritma Indeks Vegetasi
Pada tahap ini dilakukan pemberian algoritma indeks vegetasi pada citra ALOS AVNIR-2 yang telah dipotong. Pemberian algoritma dapat dilakukan di *software opensource*. Karena dalam penelitian ini menggunakan 3 algoritma indeks vegetasi, maka proses yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan algoritma yang berbeda.

4. Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Analisis Indeks Vegetasi
Metode yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai korelasi antar nilai indeks vegetasi dengan data klasifikasi terbimbing
- Analisa Persebaran Mangrove yang tumbuh alami dan yang ditanami berdasarkan hasil survey yang dilakukan di lapangan. Mangrove alami dan yang ditanami memiliki ciri-ciri tumbuh lebih dari satu jenis *mangrove* dan batangnya lebih besar apabila dibandingkan dengan *mangrove* yang ditanami.
- Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah algoritma mana yang memiliki kemampuan lebih baik untuk persebaran *mangrove* dan peta *mangrove* yang tumbuh alami dan yang ditanami di Estuari Perancak.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Hasil Data Insitu

Dalam penelitian ini diperlukan data sampel hutan *mangrove* alami dan buatan. Untuk mengklasifikasikannya, diperlukan pengamatan langsung di lapangan untuk menentukan mana saja *mangrove* alami dan yang ditanami. Beberapa ciri-ciri *mangrove* alami dan yang ditanami adalah sebagai berikut:

- Alami:
 1. Jenisnya bermacam macam
 2. Memiliki batang yang lebih besar
 3. Kanopi yang rapat karena daunnya lebar
- Ditanami:
 1. Hanya terdapat satu jenis saja
 2. Memiliki batang yang relatif kecil
 3. Jarak antar pohonnya tersusun rapi, dan cenderung lebih sempit

1.1.1 Transek

- a. Wilayah kajian yang ditentukan untuk pengamatan vegetasi *mangrove* harus dapat mengindikasikan atau mewakili setiap zone *mangrove* yang terdapat di wilayah kajian
- b. Letakkan secara acak petak-petak contoh (plot) berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 10 m x 10 m sebanyak paling kurang 3 (tiga) petak contoh (plot)
- c. Pada setiap petak contoh (plot) yang telah ditentukan, determinasi setiap jenis tumbuhan *mangrove* yang ada, hitung jumlah individu setiap jenis, ukur lingkaran batang setiap pohon *mangrove* setinggi dada, sekitar 1,3 meter, dan ukur tingginya.

Berikut merupakan hasil data *in-situ mangrove* alami dan yang ditanami:

- *Mangrove* Alami

Tabel 4.1 Tabel Titik Sampel dan Jenis *Mangrove* Alami

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>
	x	y	
3	238808.5976	9071165.754	<i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i> <i>Xylocarpus</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>
4	238761.5821	9071640.2997	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>
10	238686.5433	9071974.865	<i>Avicennia</i> <i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i>
8	238664.6653	9073045.408	<i>Acrostichum</i> <i>aureum</i>

Dari hasil pengambilan data *in-situ*, diketahui titik sampel yang merupakan *mangrove* alami adalah titik 3, 4, 8, dan 10. Hal ini dapat disimpulkan sesuai dengan ciri-ciri mangrove alami yang memiliki jenis pohon lebih beraneka ragam dibandingkan *mangrove* yang ditanami.

- *Mangrove* yang Ditanami

Tabel 4.2 Tabel Titik Sampel dan Jenis *Mangrove* yang Ditanami

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>
	x	Y	
1	239135.6508	9071372.6663	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>
2	238975.5738	9071498.6646	<i>Avicennia</i> <i>Rhizophora</i>
5	238650.1871	9071927.5824	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>
6	238510.3669	9071864.078	<i>Rhizophora</i>
7	238678.3425	9073170.6328	<i>Bruguiera</i> <i>Acanthus</i>
9	238609.166	9072513.798	<i>Nypa</i>
11	238384.9165	9071109.3475	<i>Rhizophora</i>
12	238362.9705	9070921.987	<i>Rhizophora</i>
13	238133.951	9070861.095	<i>Rhizophora</i>

Dari hasil pengambilan data insitu, diketahui titik sampel yang merupakan mangrove yang ditanami adalah titik 1, 2, 5, 6, 7, 9, 11, 12, dan 13. Hal ini dapat disimpulkan sesuai dengan ciri-ciri *mangrove* ditanami yang biasanya hanya memiliki satu jenis pohon dalam satu areanya.

1.2 Hasil Perhitungan Data Insitu

1.2.1 Basal Area

Basal area merupakan penutupan areal hutan *mangrove* oleh batang pohon. Basal area didapatkan dari pengukuran batang pohon *mangrove* yang diukur secara melintang (Cintron dan

Novelli, 1984). Diameter batang tiap spesies tersebut kemudian diubah menjadi basal area dengan menggunakan rumus :

$$BA = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \quad (14)$$

Rumus diatas merupakan rumus basal area. Dengan $\pi = 3,14$, Diameter pohon (D).

1.2.2 Kerapatan Pohon Per Area

Kerapatan pohon per area didapatkan dengan cara menjumlahkan jumlah pohon dengan jenis yang sama dalam satu area sampel.

- *Mangrove* Alami

Tabel 4.3 Tabel Hasil Perhitungan Data Insitu *Mangrove* Alami

No. Titik	Jenis <i>Mangrove</i>	Total Basal	Kerapatan pohon per area
3	<i>Bruguiera</i>	45.34090909	76
	<i>Rhizophora</i>	27.20454545	
	<i>Xylocarpus</i>	1.988636364	
	<i>Avicennia</i>	734.9303977	
	<i>Sonneratia</i>	1379.397727	
4	<i>Rhizophora</i>	129.0227273	43
	<i>Avicennia</i>	369.9659091	
	<i>Sonneratia</i>	553.875	
10	<i>Avicennia</i>	1138.295455	54
	<i>Bruguiera</i>	282.3863636	
	<i>Rhizophora</i>	135.2272727	
8	<i>Acrostichum aureum</i>	3.818181818	12

- Mangrove Ditanami

Tabel 4.4 Tabel Hasil Perhitungan Data *Insitu Mangrove* yang Ditanami

No. Titik	Jenis <i>Mangrove</i>	Total Basal	Kerapatan pohon per area
1	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>	193.4545455 92.11363636	77
2	<i>Avicennia</i> <i>Rhizophora</i>	1714.204545 5.409090909	10
5	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>	331.8636364 285.0113636	25
6	<i>Rhizophora</i>	1861.363636	71
7	<i>Bruguiera</i> <i>Acanthus</i>	1734.170455 13.36363636	77
9	<i>Nypa</i>	197.5909091	276
11	<i>Rhizophora</i>	963.6931818	501
12	<i>Rhizophora</i>	222.8863636	76
13	<i>Rhizophora</i>	244.125	107

1.3 Pengolahan Data Citra ALOS AVNIR-2

1.3.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan memberikan titik control permukaan atau sering disebut dengan *ground control point* (GCP) dari citra ALOS AVNIR-2 dengan menggunakan menu *Select GCPs* pada perangkat lunak pengolahan citra.

Sistem proyeksi yang digunakan adalah Universal Transverse Mercator zone 50S dan datum yang digunakan adalah WGS 1984. Hasil koreksi geometrik pada citra ALOS AVNIR-2 sebesar 1.881 piksel untuk total RMS_{error} dan untuk rata-rata RMS_{error} sebesar 0.235

File Options									
	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#1+	4260.75	3313.00	4260.00	3313.00	4260.5528	3312.9972	0.5528	-0.0028	0.5528
#2+	4222.50	3312.00	4222.50	3312.00	4222.2858	3311.9966	-0.2142	-0.0034	0.2142
#3+	4219.75	3364.25	4219.10	3364.23	4219.4875	3364.2451	0.3875	0.0151	0.3878
#4+	4209.00	3181.00	4209.00	3181.00	4208.9144	3181.0002	-0.0856	0.0002	0.0856
#5+	4225.00	3454.00	4225.00	3454.00	4224.6681	3453.9929	-0.3319	-0.0071	0.3320
#6+	4378.00	3260.00	4378.00	3260.00	4377.8048	3259.9988	-0.1952	-0.0012	0.1952
#7+	4081.00	3240.00	4081.00	3240.00	4080.9059	3239.9984	-0.0941	-0.0016	0.0941
#8+	4397.00	3406.00	4397.00	3406.00	4396.9807	3406.0007	-0.0193	0.0007	0.0193

Gambar 4.1 Hasil RMS_{error} pada citra ALOS AVNIR-2

1.3.2 Konversi Digital Number(DN) ke Radian

Data mentah pada citra satelit ALOS AVNIR-2 memiliki dinai DN. Oleh karena itu, pada setiap band harus dilakukan proses konversi nilai DN menjadi radian. Untuk data ALOS persamaan berikut dapat digunakan untuk konversi nilai DN menjadi Radian:

$$L_{\lambda} = (G_{rescale} \times Q_{cal}) + B_{rescale} \quad (15)$$

Rumus diatas merupakan rumus konversi nilai DN menjadi Radian. Dengan Spektral radian pada band λ pada sensor(watts/m²*str*µm) (L_{λ}), Nilai gain yang terdapat pada produk Level 1 data recorde (watts/ m²* str * µm) ($G_{rescale}$), Nilai pixel yang dikalibrasi (DN) (Q_{cal}), Nilai offset yang terdapat pada produk Level 1 data recorde (watts/m²*str*µm) ($B_{rescale}$)

Dengan nilai:

Tabel 4.5 Tabel nilai $G_{rescale}$ dan $B_{rescale}$ ALOS AVNIR-2

Band	$G_{rescale}$	$B_{rescale}$
1	0.588	0
2	0.573	0
3	0.502	0
4	0.835	0

1.3.3 Konversi Radian ke Reflektan

Mengubah nilai radian ke reflektan dapat dilakukan dengan rumus berikut

$$\rho_p = \frac{\pi \times L_\lambda \times d^2}{ESUN_\lambda \times \cos \theta_s} \quad (16)$$

Rumus diatas merupakan rumus konversi nilai DN menjadi Radian. Dengan Nilai Reflektan (ρ_p), Radian untuk spektral band λ pada ($W/m^2 \cdot \mu m$) (L_λ), Jarak bumi-matahari dalam satuan astronomik (d), Rata-rata *exoatmospheric irradiance* matahari ($W/m^2/\mu m$) ($ESUN_\lambda$), Sudut Zenit Matahari (θ_s)

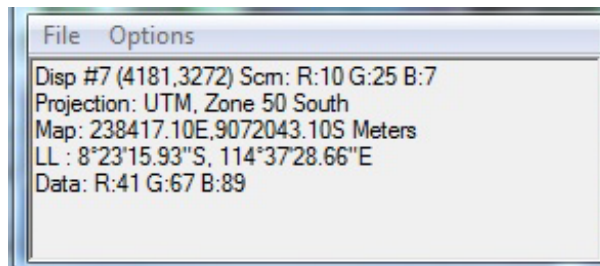
Dengan nilai

Tabel 4.6 Tabel nilai Rata-Rata *Exoatmospheric Irradiance* Matahari

Band	ESUN
1	1959
2	1851
3	1546
4	1061

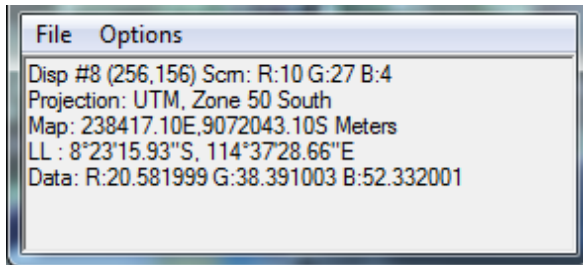
Setelah dilakukan proses konversi nilai DN ke reflektan dengan menggunakan menu *Band Math* di *software* pengolahan citra dengan menggunakan rumus diatas, dapat dilihat nilai citra yang sebelumnya puluhan, menjadi 0, sekian yang menunjukkan nilai reflektan. Contohnya seperti gambar berikut

DN



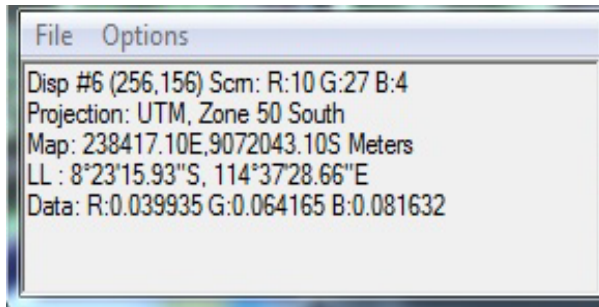
Gambar 4.2 Gambar Nilai DN Citra ALOS AVNIR-2

Radian



Gambar 4.3 Hasil Konversi Nilai DN ke Radian

Reflektan



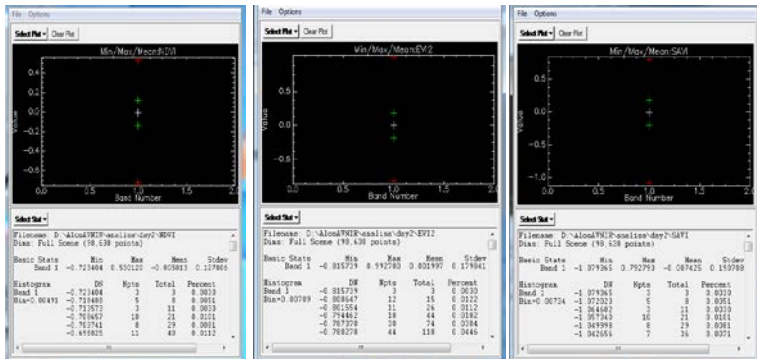
Gambar 4.4 Hasil Konversi Nilai Radian ke Reflektan

1.3.4 Algoritma Indeks Vegetasi

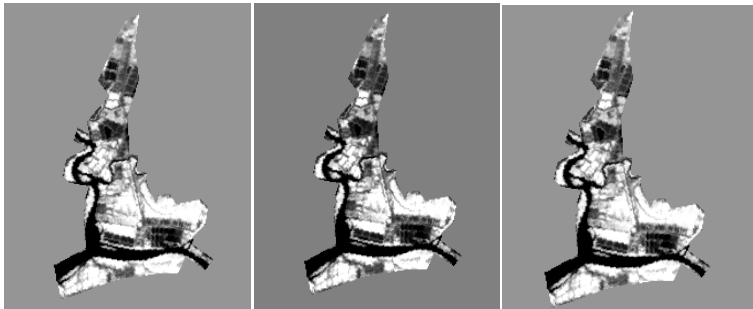
Hasil dari pemberian algoritma indeks vegetasi menunjukkan hasil yaitu -1 sampai 1. Hasil nilai ketiga indeks vegetasi tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Tabel Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi

Indeks Vegetasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Standart Deviasi
NDVI	-0.723	0.530	0.127
EVI2	-0.815	0.992	0.179
SAVI	-1.079	0.792	0.190



Gambar 4.5 Gambar Nilai Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi



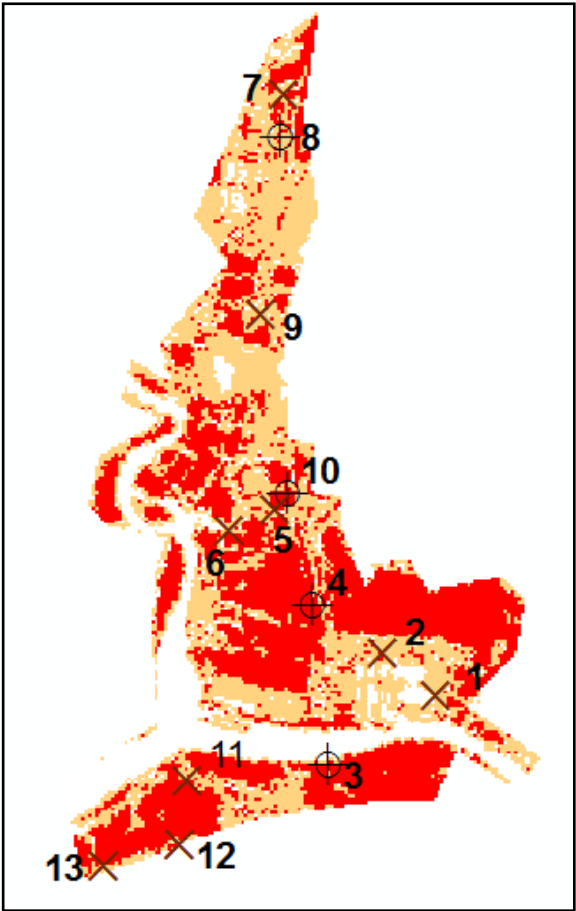
Gambar 4.6 Gambar Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi

1.4 Analisa Indeks Vegetasi

Dari data titik sampel yang telah diperoleh didapatkan hasil sampel mangrove alami dan yang ditanami memiliki nilai spektral sebagai berikut

1.4.1 NDVI

Berikut merupakan hasil pengolahan algoritma NDVI yang kemudian dimasukkan koordinat 13 titik sampel untuk dicocokkan nilai reflektan dari algoritma NDVI.



Gambar 4.7 Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma NDVI

Dari indeks vegetasi tersebut, berikut merupakan tabel 13 titik sampelnya.

*Mangrove Alami*Tabel 4.8 Tabel Nilai NDVI *Mangrove Alami*

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	NDVI
	x	y			
3	238808.5976	9071165.754	<i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i> <i>Xylocarpus</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	76	0.12
4	238761.5821	9071640.2997	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	43	0.31
10	238686.5433	9071974.865	<i>Avicennia</i> <i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i>	54	0.27
8	238664.6653	9073045.408	<i>Acrostichum aureum</i>	12	-0.13

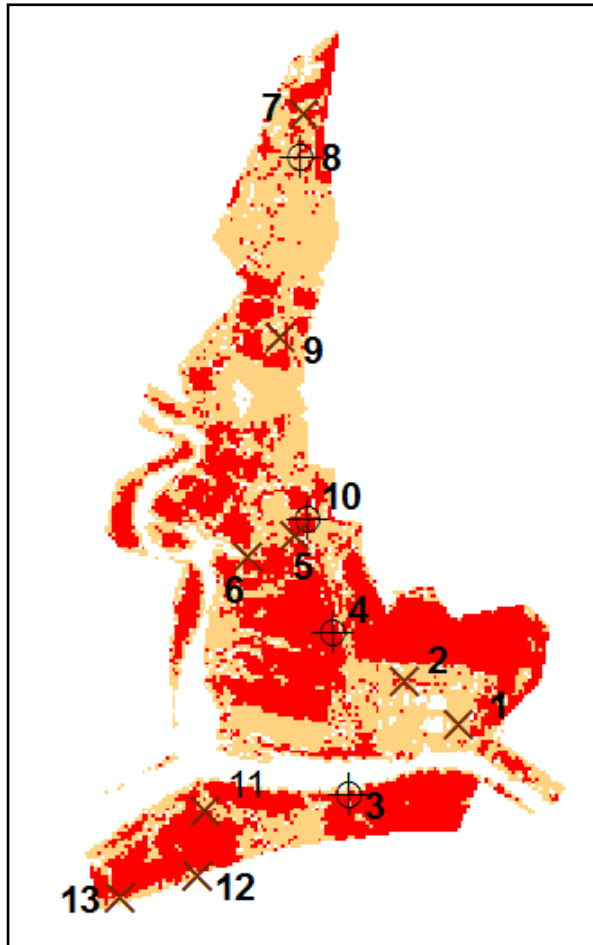
*Mangrove Ditanami*Tabel 4.9 Tabel Nilai NDVI *Mangrove Ditanami*

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	NDVI
	x	Y			
1	239135.6508	9071372.6663	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>	77	-0.42
2	238975.5738	9071498.6646	<i>Avicennia</i> <i>Rhizophora</i>	10	-0.22

5	238650.1871	9071927.5824	<i>Rhizophora Avicennia</i>	25	0.16
6	238510.3669	9071864.078	<i>Rhizophora</i>	71	-0.29
7	238678.3425	9073170.6328	<i>Bruguiera Acanthus</i>	77	0.16
9	238609.166	9072513.798	<i>Nypa</i>	276	0.08
11	238384.9165	9071109.3475	<i>Rhizophora</i>	501	-0.05
12	238362.9705	9070921.987	<i>Rhizophora</i>	76	0.04
13	238133.951	9070861.095	<i>Rhizophora</i>	107	0.04

1.4.2 EVI2

Berikut merupakan hasil pengolahan algoritma EVI 2 yang kemudian dimasukkan koordinat 13 titik sampel untuk dicocokkan nilai reflektan dari algoritma EVI 2.



Gambar 4.8 Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma EVI-2

Dari indeks vegetasi tersebut, berikut merupakan tabel 13 titik sampelnya.

*Mangrove Alami*Tabel 4.10 Tabel Nilai EVI2 *Mangrove Alami*

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	EVI 2
	x	y			
3	238808.5976	9071165.754	<i>Bruguiera</i> <i>Rhizopora</i> <i>Xylocarpus</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	76	0.16
4	238761.5821	9071640.299 7	<i>Rhizopora</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	43	0.51
10	238686.5433	9071974.865	<i>Avicennia</i> <i>Bruguiera</i> <i>Rhizopora</i>	54	0.51
8	238664.6653	9073045.408	<i>Acrostichum aureum</i>	12	- 0.15

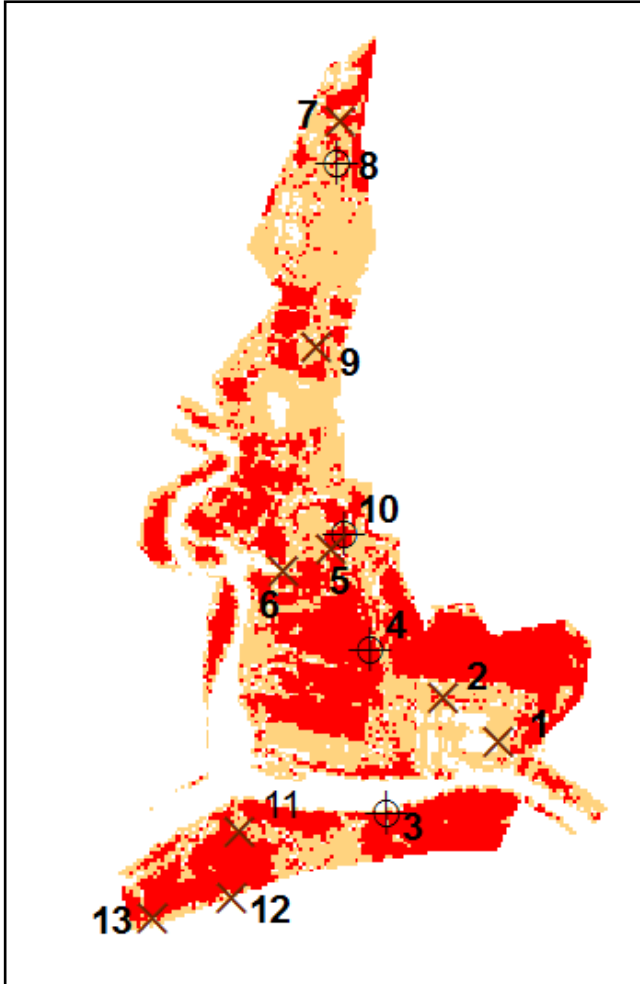
*Mangrove Ditanami*Tabel 4.11 Tabel Nilai EVI2 *Mangrove Ditanami*

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	EVI 2
	x	y			
1	239135.6508	9071372.6663	<i>Rhizopora</i> <i>Avicennia</i>	77	-0.52
2	238975.5738	9071498.6646	<i>Avicennia</i> <i>Rhizopora</i>	10	-0.31
5	238650.1871	9071927.5824	<i>Rhizopora</i>	25	0.1

			<i>Avicennia</i>		
6	238510.3669	9071864.078	<i>Rhizophora</i>	71	-0.38
7	238678.3425	9073170.6328	<i>Bruguiera</i> <i>Acanthus</i>	77	0.31
9	238609.166	9072513.798	<i>Nypa</i>	276	0.1
11	238384.9165	9071109.3475	<i>Rhizophora</i>	501	-0.06
12	238362.9705	9070921.987	<i>Rhizophora</i>	76	0.03
13	238133.951	9070861.095	<i>Rhizophora</i>	107	0.03

1.4.3 SAVI

Berikut merupakan hasil pengolahan algoritma SAVI yang kemudian dimasukkan koordinat 13 titik sampel untuk dicocokkan nilai reflektan dari algoritma SAVI.



Gambar 4.9 Citra ALOS AVNIR-2 hasil pengolahan algoritma SAVI

Dari indeks vegetasi tersebut, berikut merupakan tabel 13 titik sampelnya.

Mangrove Alami

Tabel 4.12 Tabel Nilai SAVI *Mangrove* Alami

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	SAVI
	x	y			
3	238808.5976	9071165.754	<i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i> <i>Xylocarpus</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	76	0.16
4	238761.5821	9071640.2997	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i> <i>Sonneratia</i>	43	0.46
10	238686.5433	9071974.865	<i>Avicennia</i> <i>Bruguiera</i> <i>Rhizophora</i>	54	0.46
8	238664.6653	9073045.408	<i>Acrostichum aureum</i>	12	-0.17

Mangrove Ditanami

Tabel 4.13 Tabel Nilai SAVI *Mangrove* Ditanami

No. Titik	Koordinat		Jenis <i>Mangrove</i>	Kerapatan pohon per area	SAVI
	X	y			
1	239135.6508	9071372.6663	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>	77	-0.62
2	238975.5738	9071498.6646	<i>Avicennia</i> <i>Rhizophora</i>	10	-0.35

5	238650.1871	9071927.5824	<i>Rhizophora</i> <i>Avicennia</i>	25	0.09
6	238510.3669	9071864.078	<i>Rhizophora</i>	71	-0.44
7	238678.3425	9073170.6328	<i>Bruguiera</i> <i>Acanthus</i>	77	0.28
9	238609.166	9072513.798	<i>Nypa</i>	276	0.09
11	238384.9165	9071109.3475	<i>Rhizophora</i>	501	-0.06
12	238362.9705	9070921.987	<i>Rhizophora</i>	76	0.09
13	238133.951	9070861.095	<i>Rhizophora</i>	107	0.03

1.4.4 Luas Area

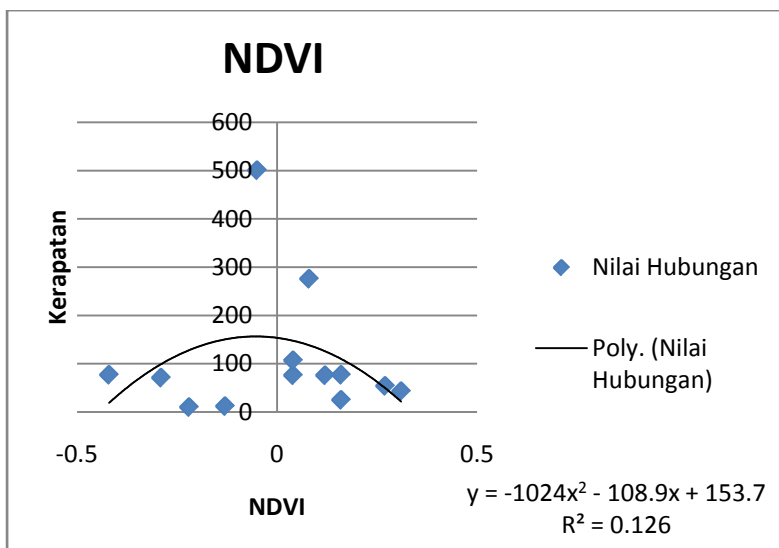
Dengan menggunakan ketentuan nilai algoritma diatas, dapat diketahui bahwa luas area *mangrove* alami dan yang ditanami di Estuari Perancak, Kabupaten Jembrana adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Tabel Luas *Mangrove* Alami dan Yang Ditanami

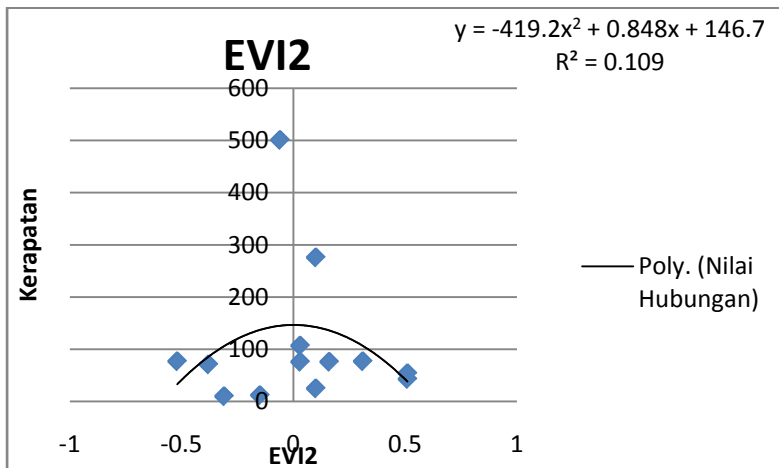
	Luas (Ha)
<i>Mangrove</i> Alami	69,04
<i>Mangrove</i> yang Ditanami	45,15
Total Area	114,19

1.5 Analisa Indeks Vegetasi

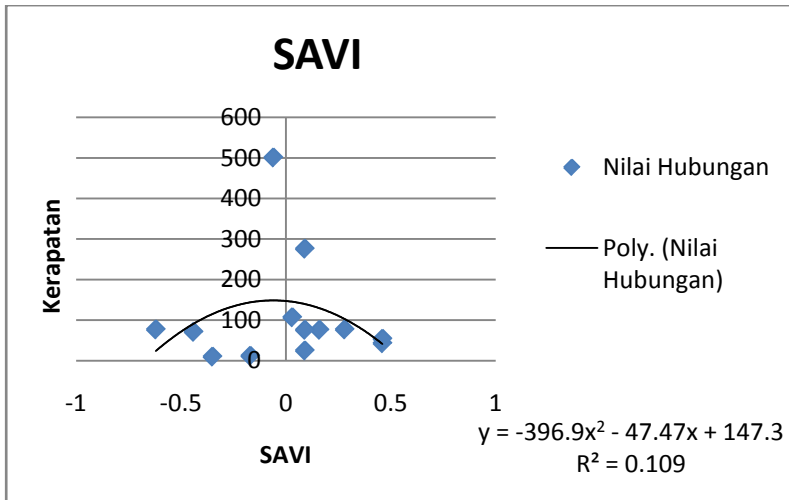
1.5.1 Hubungan Algoritma NDVI, EVI2, dan SAVI dengan Kerapatan



Gambar 4.10 Grafik Hubungan NDVI dengan Kerapatan



Gambar 4.11 Grafik Hubungan EVI2 dengan Kerapatan

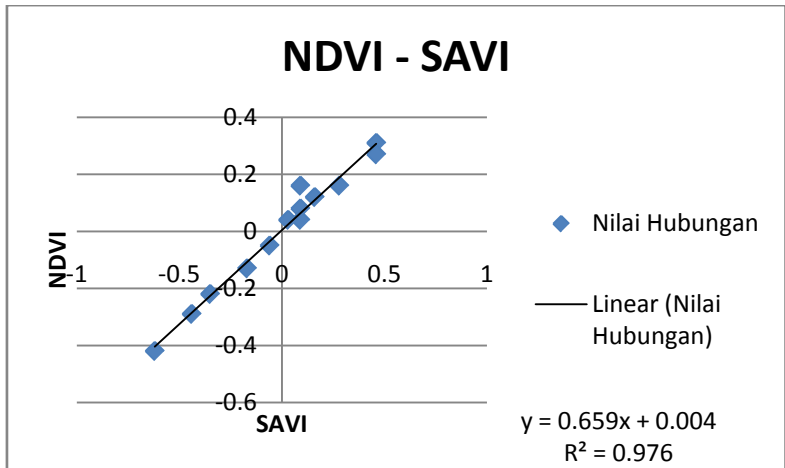


Gambar 4.12 Grafik Hubungan SAVI dengan Kerapatan

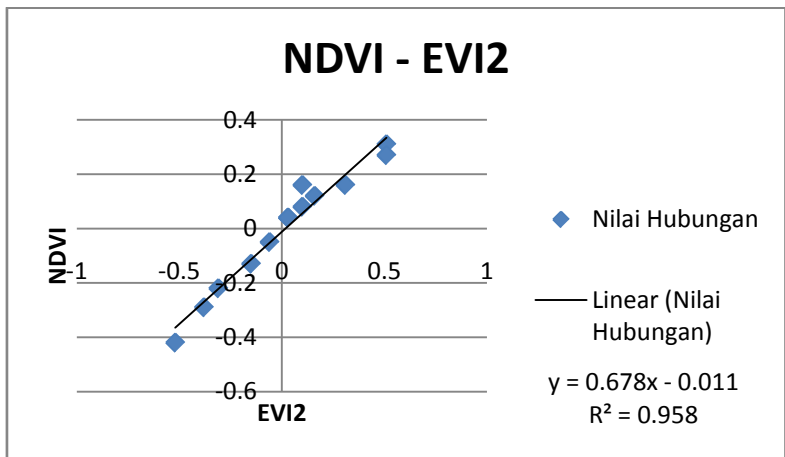
Dari ketiga perbandingan hubungan diatas, dapat disimpulkan bahwa algoritma yang memiliki hubungan paling besar dengan parameter kerapatan pohon mangrove per area adalah algoritma NDVI dengan nilai koefisien determinan sebesar 0,126. Sedangkan nilai koefisien determinan EVI2 dan SAVI sebesar 0,109.

Dengan demikian dapat dilakukan perbandingan hubungan algoritma dengan menggunakan nilai NDVI sebagai nilai yang dianggap benar.

1.5.2 Hubungan Algoritma NDVI dengan SAVI dan NDVI dengan EVI2



Gambar 4.13 Grafik Hubungan EVI2 dan SAVI



Gambar 4.14 Grafik Hubungan EVI2 dan NDVI

Dari kedua hasil hubungan tersebut, diketahui bahwa nilai hubungan baik NDVI dengan SAVI dan NDVI dengan EVI2, memiliki hasil yang hampir sama yaitu NDVI dengan SAVI sebesar 0,976 dan NDVI dengan EVI2 sebesar

0,958. Hal ini menunjukkan nilai hubungan NDVI dengan SAVI lebih kuat daripada NDVI dan EVI2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan analisis antara lain:

1. Citra ALOS AVNIR-2 dapat digunakan dalam mendeteksi area vegetasi *mangrove* menggunakan algoritma indeks vegetasi NDVI, EVI-2, dan SAVI. Pada ALOS AVNIR-2, untuk vegetasi *mangrove* alami memiliki interval nilai NDVI sebesar -0.13 sampai 0.31, nilai EVI2 memiliki interval -0.15 sampai 0.51, nilai SAVI memiliki interval -0.17 sampai 0.46. Sedangkan untuk vegetasi *mangrove* ditanami memiliki rentan nilai NDVI sebesar -0.42 sampai 0.16, nilai EVI2 memiliki rentan -0.52 sampai 0.31, nilai SAVI memiliki rentan -0.62 sampai 0.28.
2. Berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan interval indeks vegetasi NDVI diperoleh total luas area *mangrove* di Estuari Perancak adalah 114,19 Ha, dengan pembagian *mangrove* alami seluas 69,04 Ha dan *mangrove* ditanami seluas 45,15 Ha.
3. Untuk nilai hubungan antara NDVI dengan SAVI, dan NDVI dengan EVI2 memiliki nilai yang hampir sama yaitu nilai NDVI dengan SAVI sebesar 0,976 dan NDVI dengan EVI2 sebesar 0,958.
4. Nilai hubungan antara algoritma indeks vegetasi dengan nilai kerapatan pohon *mangrove* per area diketahui sangat kecil, yaitu algoritma NDVI dengan nilai koefisien determinan sebesar 0,126. Sedangkan nilai koefisien determinan EVI2 dan SAVI sebesar 0,109. Jadi berdasarkan hasil penelitian ini algoritma indeks vegetasi yang memiliki hasil paling baik adalah NDVI.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini antara lain:

1. Melihat hasil nilai hubungan indeks vegetasi dengan kerapatan pohon *mangrove* yang sangat kecil, hal ini kemungkinan disebabkan karena data citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dan data insitu tahun 2015 maka disarankan agar jarak waktu pengambilan data citra dan data insitu tidak terlalu jauh.
2. Kendala dalam proses pengerjaan penelitian ini adalah sulitnya membedakan vegetasi *mangrove* dengan vegetasi lainnya dikarenakan wilayah kajian yang kecil, maka dari itu diperlukan citra dengan resolusi tinggi untuk hasil yang lebih maksimal.
3. Sebaiknya penanaman *mangrove* terus dilaksanakan, dan tidak lupa pengawasan baik terhadap mangrove alami maupun *mangrove* yang ditanami.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto, E. (2012). *Indeks Vegetasi*. Retrieved November 4, 2014, from <http://geo.fis.unesa.ac.id/web/index.php/en/penginderaan-jauh/77-indeks-vegetasi>
- Elachi, C., & Zyl, J. J. (2006). *Introduction To The Physics and Techniques of Remote Sensing*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- James.K.M. (2010). *Remote Sensing*. Jakarta: Gramedia.
- JAXA. (2008). *ALOS Data User Handbook Revision C*. Japan: Japan Aerospace Exploration Agency.
- Kusmana, C. (2009). Pengelolaan Sistem Mangrove Secara Terpadu. *Workshop Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jawa Barat*. Jatinangor.
- Kustandyo, H. (2013). *Studi Tingkat Kerapatan Mangrove Menggunakan Indeks Vegetasi Dari Citra Multispektral*. Surabaya.
- Landgrebe, D. (2003). *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- Lillesand, & Kiefer. (1998). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Prasali, I., & A.S, K. (2004). Pengkajian Nilai Indeks Vegetasi Data Modis dengan Menerapkan Beberapa Algoritma Pengolahan Data Indeks Vegetasi. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital* , Vol. 1, No. 1.
- Saefurahman, G. (2008). *Distribusi, Kerapatan dan Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra FORMOSAT-2 dan LANDSAT 7/ETM+*. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Metadata Citra ALOS AVNIR-2

Odi_ProductManagementNo="W0201501090000083"
Odi_ProductManagementBranchNo="00000058844"
Scs_SceneID="ALAV2A275553770"
Scs_SceneShift="0"
Pds_ProductID="01B2R_U"
Pds_ResamplingMethod="CC"
Pds_UTM_ZoneNo="50"
Pds_PixelSpacing="10"
Pds_OrbitDataPrecision="Precision"
Pds_AttitudeDataPrecision="OnSitePrecision"
Img_ImageSceneCenterLatitude="-8.467"
Img_ImageSceneCenterLongitude="114.626"
Img_ImageSceneLeftTopLatitude="-8.091"
Img_ImageSceneLeftTopLongitude="114.376"
Img_ImageSceneRightTopLatitude="-8.225"
Img_ImageSceneRightTopLongitude="115.009"
Img_ImageSceneLeftBottomLatitude="-8.709"
Img_ImageSceneLeftBottomLongitude="114.243"
Img_ImageSceneRightBottomLatitude="-8.844"
Img_ImageSceneRightBottomLongitude="114.878"
Img_SunAngleElevation="61.61"
Img_SunAngleAzimuth="67.68"
Img_PointingAngle="0.000"
Img_SceneCenterAngle="L0.1"
Img_SceneCenterOrientation="12.0"
Img_GainModeBand1="2"
Img_GainModeBand2="2"
Img_GainModeBand3="2"
Img_GainModeBand4="4"
Img_ExposureOfBand1="0.5946"
Img_ExposureOfBand2="0.5541"
Img_ExposureOfBand3="0.4730"
Img_ExposureOfBand4="0.6689"

LAMPIRAN B
RMS Error Pada Citra ALOS AVNIR-2

Koordinat Citra (Actual)		Koordinat Citra (Predict)		Kesalahan		RMS Error
X	Y	X	Y	Error X	Error Y	
4260,75	3313	4260,5528	3312,9972	0,5528	-0,0028	0,5528
4222,50	3312	4222,2858	3311,9966	-0,2142	-0,0034	0,2142
4219,75	3364	4219,4875	3364,2451	0,3875	0,0151	0,3878
4209	3181	4208,9144	3181,0002	-0,0856	0,0002	0,0856
4225	3454	4224,6681	3453,9929	-0,3319	-0,0071	0,3320
4378	3260	4377,8048	3259,9988	-0,1952	-0,0012	0,1952
4081	3240	4080,9059	3239,9984	-0,0941	-0,0016	0,0941
4397	3406	4396,9807	3406,0007	-0,0193	0,0007	0,0193
Total RMS Error						1,881
Rata-rata RMS Error						0,235

LAMPIRAN C
RUMUS ALGORITMA YANG DIMASUKKAN DI
PROGRAM PENGOLAHAN CITRA

EVI2

$$\frac{(2.5 * (\text{FLOAT}(\text{B4}) - \text{FLOAT}(\text{B3})))}{((\text{FLOAT}(\text{B4})) + 2.4 * (\text{FLOAT}(\text{B3})) + 1)}$$

NDVI

$$(\text{FLOAT}(\text{B4}) - \text{FLOAT}(\text{B3})) / (\text{FLOAT}(\text{B4}) + \text{FLOAT}(\text{B3}))$$

SAVI

$$\frac{((1 + 0.5) * (\text{FLOAT}(\text{B4}) - \text{FLOAT}(\text{B3})))}{(\text{FLOAT}(\text{B4}) + \text{FLOAT}(\text{B3}) + 0.5)}$$

LAMPIRAN D
DATA GROUND TRUTH MANGROVE ALAMI

No. Titik	Koordinat		Jenis Mangrove	Total Basal	Rata-Rata Basal	Kerapatan pohon per area	Kerapatan Relatif (Spesies) %	Relative Cover (Spesies) %	Relative Frequency of a area (spesies) %	Importance
	x	y								
3	238808.5976	9071165.754	Bruguiera	45.34090909	0.944602273	76	2.071437332	63.15789474	128.3872268	128.3872268
			Rhizophora	27.20454545	9.068181818		1.242862399	3.947368421	9.137599241	9.137599241
			Xylocarpus	1.988636364	1.988636364		0.090852515	1.315789474	2.722431462	2.722431462
			Avicennia	734.9303977	36.74651989		33.57590955	26.31578947	86.20748849	86.20748849
			Sonneratia	1379.397727	344.8494318		63.01893821	5.263157895	73.545254	73.545254
4	238761.5821	9071640.2997	Rhizophora	129.0227273	3.487100737	43	86.04651163	12.25445754	86.04651163	184.3474808
			Avicennia	369.9659091	92.49147727		9.302325581	35.13901481	9.302325581	53.74366597
			Sonneratia	553.875	276.9375		4.651162791	52.60652765	4.651162791	61.90885323
10	238686.5433	9071974.865	Avicennia	1138.295455	1138.295455	54	1.851851852	73.1595092	1.851851852	76.86321291
			Bruguiera	282.3863636	7.844065657		66.66666667	18.14928425	66.66666667	151.4826176
			Rhizophora	135.2272727	7.954545455		31.48148148	8.691206544	31.48148148	71.65416951
8	238664.6653	9073045.408	Acrostichum aureum	3.818181818	0.318181818	12	100	100	100	300

LAMPIRAN E
DATA GROUND TRUTH MANGROVE DITANAMI

No. Titik	Koordinat		Jenis Mangrove	Total Basal	Rata-Rata Basal	Kerapatan pohon per area	Kerapatan Relatif (Spesies) %	Relative Cover (Spesies) %	Relative Frequency of a area (spesies) %	Importance
	x	y								
1	239135.6508	9071372.6663	Rhizophora Avicennia	193.4545455 92.11363636	2.686868687 18.42272727	77	93.50649351 6.493506494	67.74373259 32.25626741	93.50649351 6.493506494	254.7567196 45.2432804
2	238975.5738	9071498.6646	Avicennia Rhizophora	1714.204545 5.409090909	244.8863636 1.803030303	10	70 30	99.68544731 0.314552688	70 30	239.6854473 60.31455269
5	238650.1871	9071927.5824	Rhizophora Avicennia	331.8636364 285.0113636	17.46650718 47.50189394	25	76 24	53.79754997 46.20245003	76 24	205.79755 94.20245003
6	238510.3669	9071864.078	Rhizophora	1861.363636	26.21638924	71	100	100	100	300
7	238678.3425	9073170.6328	Bruguiera Acanthus	1734.170455 13.36363636	49.54772727 0.318181818	77	45.45454545 54.54545455	99.23528608 0.764713915	45.45454545 54.54545455	190.144377 109.855623
9	238609.166	9072513.798	Nypa	197.5909091	0.715909091	276	100	100	100	300
11	238384.9165	9071109.3475	Rhizophora	963.6931818	1.923539285	501	100	100	100	300
12	238362.9705	9070921.987	Rhizophora	222.8863636	2.932715311	76	100	100	100	300
13	238133.951	9070861.095	Rhizophora	244.125	2.281542056	107	100	100	100	300

LAMPIRAN F DOKUMENTASI

Dokumentasi pengambilan ground truth di Estuari
Perancak:





Dokumentasi bersama pembimbing di BPOL



Img_SaturationLevelOfBand1="9.24"
Img_SaturationLevelOfBand2="8.24"
Img_SaturationLevelOfBand3="7.84"
Img_SaturationLevelOfBand4="0.25"
Img_CloudQuantityOfAllImage="2"
Pdi_ProductDataSize="193.5"
Pdi_CntOfL1ProductFileName="8"
Pdi_L1ProductFileName01="VOL-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName02="LED-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName03="IMG-01-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName04="IMG-02-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName05="IMG-03-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName06="IMG-04-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName07="TRL-
ALAV2A275553770-01B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName08="ALAV2A275553770_01B
2R_U.kml "
Pdi_BitPixel="8"
Pdi_NoOfPixels="7143"
Pdi_NoOfLines="7000"
Pdi_ProductFormat="CEOS"
Pdi_CntOfLineProcessedImageName="4"
Pdi_LineProcessedImageName1="m_ccding1.raw"
Pdi_LineProcessedImageName2="m_ccding2.raw"
Pdi_LineProcessedImageName3="m_ccding3.raw"
Pdi_LineProcessedImageName4="m_ccding4.raw"
Ach_TimeCheck="OK"
Ach_TemperatureCheck="OK"
Ach_PrecisionOrbitCheck="OK"
Ach_PrecisionAttitudeCheck="OK"

Ach_GainMode="OK"
Ach_Exposure="OK"
Ach_Pointing="OK"
Ach_LossLines="OK"
Ach_IDCP_StopSignal="NG"
Ach_BufferMemory2BitError="OK"
Ach_SaturationLevel="OK"
Ach_AbsoluteNavigationTime="OK"
Ver_OS_VersionInDataProcessingUnit="Red Hat
Enterprise Linux Server release 5.7"
Rad_PracticeResultCode="00"
Rad_ProcessedHostName="al2mip20"
Lbi_Satellite="ALOS"
Lbi_Sensor="AVNIR-2"
Lbi_ProcessLevel="1B2"
Lbi_ProcessFacility="TKSC"
Lbi_ObservationDate="20110328"

BIODATA PENULIS



Anak Agung Sagung Ratih Prameswari, anak pertama dari dua bersaudara, dilahirkan di Kota Denpasar, 27 April 1993. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Ngagel, SD Negeri 17 Dauh Puri, SMP Negeri 2 Kapal, SMA Negeri 1 Denpasar dan memilih untuk melanjutkan kuliah S-1 di Jurusan Teknik Geomatika – FTSP ITS Surabaya dengan NRP 3511100061. Selama menjadi

mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi di Kampus ITS. Jabatan yang pernah diperoleh antara lain Staff Divisi Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Geomatika masa bakti 2012-2013, dan Kepala Divisi Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Geomatika masa bakti 2013-2014. Untuk menyelesaikan kuliah S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial dengan judul “Kajian Nilai Indeks Vegetasi untuk Area Mangrove Menggunakan Satelit ALOS AVNIR-2 (Studi Kasus: Estuari Perancak, Bali)”.